

Activity Recognition and Quantifying Data Scarcity in Modeling Human Behavior for Healthcare Analysis

著者	Hossainm Tahera
発行年	2021-03-25
その他のタイトル	人間行動モデリングとヘルスケア分析における行動認識とデータ欠損定量化
学位授与番号	17104甲工第522号
URL	http://hdl.handle.net/10228/00008307

氏 名	Tahera Hossain (バングラデシュ)
学位の種類	博 士 (工学)
学位記番号	工博甲第 5 2 2 号
学位授与の日付	令和 3 年 3 月 2 5 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	Activity Recognition and Quantifying Data Scarcity in Modeling Human Behavior for Healthcare Analysis (人間行動モデリングとヘルスケア分析における行動認識と データ欠損定量化)
論文審査委員	主 査 教 授 浅 海 賢 一 " 池 永 全 志 准教授 水 町 光 徳 教 授 井 上 創 造

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、人間行動モデリングとヘルスケア分析において、データ欠損に耐性のある行動認識手法と、データ欠損の定量化手法を提案した。現実の環境においてデータ欠損が認識精度に多大な影響を及ぼすことを指摘し、学習時の欠損モデルを取り組むことで改善する手法を提案し、種々のセンサおよび行動設定で検証した。また、人間行動モデリングにおいて最適なサンプルサイズの導出手法を確率モデルによって提案した。

本論文は全 9 章で構成されている。

第 1 章では、本論文全体の導入を述べている。

第 2 章では人間行動モデリングとヘルスケア分析におけるデータ欠損の研究の重要性を既存の文献紹介とともに行った。

第 3 章では、データ欠損が起きた場合でも行動認識の精度を向上する手法を提案した。通常はデータ欠損が起きた場合はそれをデータ補完などの手法で復元しようとするが、提案手法ではそれを復元することなく、学習時にその欠損をシミュレーションすることで利用時の精度を向上するものである。シミュレーションデータにおいて精度を 80.8% から提案手法により 97.5% に向上できた。また、いくつかの現実の行動データにおいて評価した。

第 4 章では、省電力広帯域無線技術である LoRaWAN 技術を用いた行動認識技術を導入した。省電力広帯域無線においては、通信のスループットが期待できないと同時にデータの欠損が起こりうる。このような環境で行動認識を評価し、複数の機械学習手法で少なくとも 84.7% の精度を得た。同時に、実際の介護施設に 42 個の LoRaWAN センサを設置し、現実の環境におけるデータ欠損の割合を調べた。その結果 1 つのゲートウ

エイにおいて 5%程度のデータ欠損を観測した。このような欠損において、我々の行動認識手法は 80.6%以上の精度を得ることをシミュレーションにより確認した。

第 5 章では、4 ヶ月に及ぶ介護施設での行動データを収集した結果をデータ分析した。延べ 2,384 時間のデータから 38,076 行動を収集し、どの行動がどの入居者あるいはスタッフに依存するかを可視化し、これらが業務分析に利用できることを示した。

第 6 章では、イヤホン型のセンサを用いて、頭と口に関する行動認識に取り組んだ。高齢者にとって重要である咀嚼、会話、うなずきと行った行動と通常の行動について、91.6%以上の精度であった。

第 7 章では、人間行動をベイズモデルおよび逆強化学習でモデル化する際に、サンプルサイズやデータ欠損による影響をモデル化する不確実性の定量化（Uncertainty Quantification）に取り組んだ。実例として、多発性硬化症の症例データを用いてどの程度のデータがあれば十分なのかを示すことができた。

第 8 章で人間行動モデリングにおけるデータ欠損の研究に対する貢献と今後の課題を議論している。

第 9 章で本論文をまとめている。

学位論文審査の結果の要旨

本論文は、実際の介護現場において人間行動モデルを構築し、データ欠損の定量化手法を提案し、行動認識の精度の評価を行ったものである。介護・ヘルスケア分野では、重労働を改善するために客観的・定量的な人間行動の分析・評価が求められており、本論文の成果はセンサデータを用いた行動認識の有用性の向上に貢献するところが大きいと考えられる。

また、公聴会においては、審査委員からの研究分野の今後の方向性に関する質問、Uncertainty Quantification の重要性に関する質問、医療業界の聴講者からの患者の位置情報や行動の推定に使えるのかといった質問、耳装着デバイスで音声をセンシングすることに関する質問、スタッフだけでなく同時に患者もセンシングできるのかという質問、研究室から実際の現場に展開する際の難しさに関する質問といった多くの質問がなされたが、いずれも著者からの確な回答がなされ質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。